



## PÉRDIDA DE SUELO Y AGUA EN PARCELAS DE ESCURRIMIENTO

*Prof. Agr. Edgardo Weir*

*Est. Exp. INTA 2580 Marcos Juárez CBA. Tel. 03472-425001. [eweir@mjuarez.inta.gov.ar](mailto:eweir@mjuarez.inta.gov.ar)*

### **Introducción**

La degradación física, química y biológica de los suelos se manifiesta en forma acentuada en campos con pendientes. Esto es provocado por una erosión acelerada, antrópica, teniendo como resultado pérdidas de suelo con distintos grados de intensidad. Esta erosión tiene una relación directa con la producción, tanto de granos como de forrajes. Se considera a la escorrentía superficial como el principal agente de transporte, y de contaminación. Se puede clasificar el flujo entre surcos y el flujo dentro de los surcos. Su capacidad de transporte depende directamente de las características de las gotas de lluvia, que, produciendo turbulencia en la lámina de agua, determinan la cantidad de suelo que quedará en suspensión. El flujo en los surcos, canalizado y concentrado, tiene la capacidad de transportar el material recibido del flujo de los entresurcos, así como de producir la separación de material, elementos químicos del cuerpo del suelo. Según Meyer 1975 estos procesos son selectivos, en lo que respecta al transporte de sedimentos. El material erosionado dentro de los surcos generalmente es más grande y menos afectado por la acción selectiva, como sucede con los sedimentos de los entresurcos. Los factores más importantes que determinan la concentración de un nutriente, en el sedimento o en el agua depende de la cantidad, persistencia, su ubicación en el perfil del suelo y su grado de interacción de adsorción.

La adsorción del suelo es otro factor importante, la determinación de elementos químicos en el sedimento o en el agua, debido a que existe un equilibrio entre la concentración de los mismos en el suelo y en el agua. Para la mayoría de los nutrientes existe una constante  $k$  (constante de equilibrio o coeficiente de absorción), que es la relación entre la concentración del nutriente asociado al suelo o sedimento y la concentración del nutriente disuelto en agua en contacto con el suelo o el sedimento. Aunque las propiedades del suelo tales como pH, textura y materia orgánica pueden afectar el  $k$ , este; está dado principalmente en función del elemento químico de que se trate..

La degradación física también es responsable por la reducción de la fertilidad del suelo, principalmente en el área de desarrollo radicular, el sellado o encostramiento superficial, la erosión afecta la capacidad de retención de agua, por las alteraciones en el contenido de materia orgánica y en el porcentaje de partículas menores, arcillas del suelo. La densidad del suelo también sufre alteraciones debido a los factores mencionados. La presencia de capas impermeables "hardpans" endurecidas por sesquioxidos o capas compactadas.

La erosión hídrica provoca un proceso selectivo de extracción de fracciones finas, materia

orgánica coloidal, limo - arcilla, y elementos químicos del suelo, esto se denomina tasa de enriquecimiento del sedimento. La tasa de enriquecimiento T.E. está dada por la concentración de los nutrientes en el sedimento, comparada con los nutrientes naturales y originales del suelo. Según Stocking 1982, el suelo removido es más rico en elementos químicos en la casi totalidad de los casos. La tasa de enriquecimiento tiende a declinar, con el tiempo haciendo declinar la fertilidad original del suelo.

Las prácticas de control de la erosión deben procurar controlar las pérdidas de elementos químicos por disolución o adsorbidos en el sedimento. El aumento de la infiltración sería ventajoso inmediatamente después de la aplicación de los nutrientes, que es cuando las pérdidas ocurren con mayor intensidad.

## **Objetivos**

Determinar la relación erosión -rendimiento – tiempo dentro de las condiciones del suelo, el clima y uso de la tierra. Análisis de los sedimentos para su identificación y cuantificación. Determinar la tasa de enriquecimiento, y contaminación del sedimento.

## **Materiales y métodos**

En la Est. Exp. INTA Marcos Juárez se investiga la pérdida de suelo y agua, en parcelas de escurrimiento, por la acción de la lluvia natural.

El suelo es un Argiudol típico, Brunizen medio con horizonte B2 t moderadamente textural, es un suelo profundo, bien drenado, de origen loésico de textura franco limosa, con lomas extendidas con pendientes de 0,5 al 2,5 %. Estas pendientes hacia el río Carcaraña y el arroyo Tortugas, tienen una longitud de 4000 a 6000 metros de largo, y registran distintos grados de erosión, razón por la cual el espesor del suelo superficial puede variar.

Las pendientes de las parcelas de escurrimiento son del 1% natural y del 2% provocadas con un tractor oruga con hoja topadora.

El horizonte superior del suelo es más fértil que el subyacente, por lo tanto si se pierde en cantidades significativas se producirá una marcada reducción de su productividad.

Las mediciones se realizan en base a las lluvias naturales procurando separar las por tormenta de 6 horas, lo que en la práctica se hace muy difícil. Existen muchas lluvias menores a 10 mm no erosivas que no se consideran por no provocar escurrimiento.

Parcelas de escurrimiento, son en total 12 de las cuales la mitad son de 4m. de ancho por 22m de largo y 2% de pendiente provocada denominadas parcelas FAO, porque tienen las medidas estándar de esta institución, las otras 6 son de 15 m de ancho por 100 m. de largo y tienen el 1% de pendiente natural denominadas parcelas INTA. Los tratamientos en cada parcela son en total 6 y se repiten en los dos tipos de parcelas: descubierta, pastura permanente, maíz convencional barbecho, soja de primera convencional barbecho, y la secuencia trigo soja de 2 da. en siembra directa y en labranza convencional.

Las parcelas de escurrimiento cuentan con colectores y tanques de aforo, por parcela, donde se realizan las mediciones de lámina y se colectan muestras de agua y suelo, que luego son separadas, y acondicionadas para su análisis.

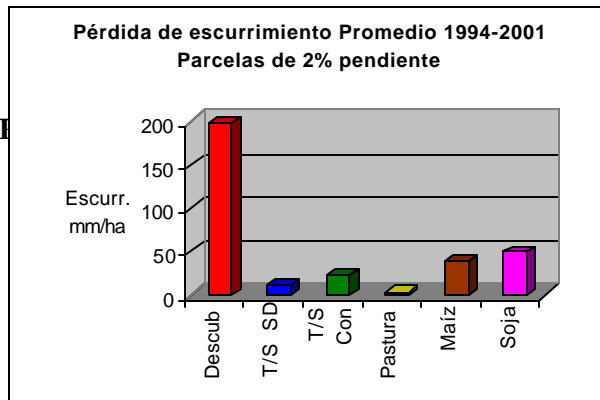
## Resultados y discusión

**Promedio anual de lluvias , pérdida de agua y suelo , por escurrimiento, con distintos tratamientos . Est. Exp. INTA Marcos Juárez Cba. Promedio 1994-2001**

### Parcelas de 2% de pendiente provocada FAO

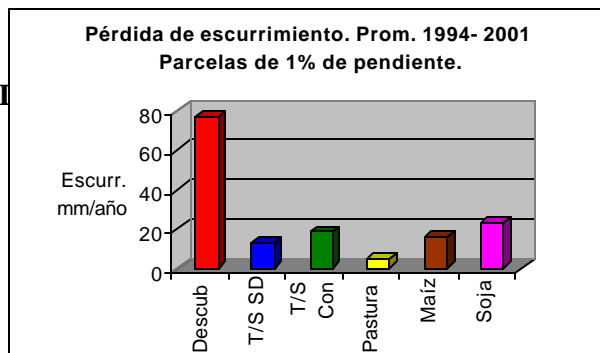
	TRATAMIENTOS					
	Descub.	Trigo-Soja SD	Trigo-Soja Conv.	Pastura	Maíz	Soja
Ecurr.Total (mm.)	198,4	10,5	23,0	3,21	39,24	49,2
Perd. Suelo Tn. /ha.	10,2	0,57	3,7	0,17	2,4	4,0
% lluvia/escurr.	25,6	1,3	4,0	0,5	5,3	7,0
Concentración	0,05	5,4	16,0	5,3	6,1	8,1

Promedio de la lluvia medida 765 mm.



	TRATAMIENTOS					
	Descub.	Trigo-Soja SD	Trigo-Soja Conv.	Pastura	Maíz	Soja
Ecurr. Total (mm.)	76,7	12,7	18,5	5,6	15,5	23,3
Perd. Suelo Tn/ha.	6,5	0,4	0,8	0,2	0,5	1,1
% lluvia/escurr.	9,9	1,6	8,3	0,8	2,6	2,8
Concentración %	8,5	2,7	3,9	2,6	2,9	4,7

Promedio de la lluvia medida 778 mm.



De las mediciones del escurrimiento de agua y suelo con distintos tratamientos y en dos baterías de parcelas , con características diferentes , podemos destacar, promediando los 7 años que:

Las parcelas de 2% de pendiente FAO, la parcela descubierta marcó una gran diferencia con respecto a las demás, perdiendo el 25 % de la lluvia por escurrimiento y 10 tn de suelo. Las parcelas con cultivos por ejemplo la secuencia trigo- soja en siembra directa y convencional escurrieron , 1,3 y 4,0 % respectivamente del agua de lluvia; en cuanto a la pérdida de suelo 0,57 y 3,47 tn La soja de 1ra perdió el 7 % y el maíz el 5,32 % del escurrimiento. La pérdida de suelo fue de 4,0 y 2,4 respectivamente, siendo la pastura permanente la de menor escurrimiento 0,53 % , la pérdida de suelo fué de 0,17 tn.

Las parcelas de 1% de pendiente INTA, tienen la misma tendencia, que la anteriores, la parcela descubierta se diferencia de las demás con 9,86 % escurrido de la lluvia y una pérdida de suelo de 6,5 tn. Las parcelas con cultivos como ser, la secuencia trigo – soja perdió por escurrimiento 1,6 % la siembra directa y 8,3 % la convencional; siendo la pérdida de suelo 0,35 tn y 0,73 tn respectivamente. El maíz y la soja perdieron 2,6 % y 2,8 % respectivamente del escurrimiento, y 0,45 tn y 1,1 tn de suelo. Finalmente la pastura perdió el 0,84 % del escurrimiento y 0,15 tn de suelo.

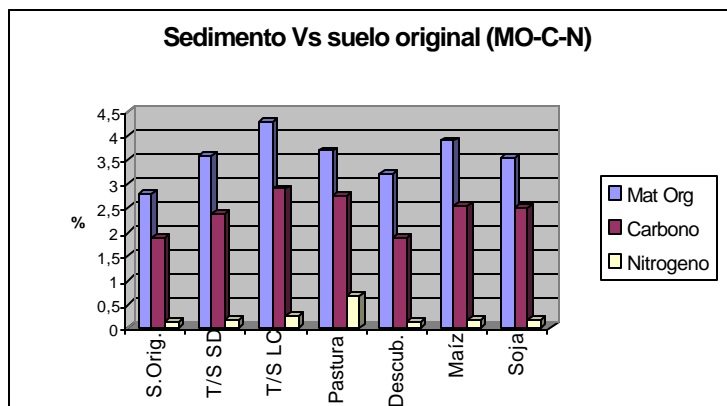
La diferencia de la acción erosiva de la lluvia, se manifiesta ampliamente, en suelos descubiertos y no tanto en aquellos que tienen una cobertura vegetal viva o muerta, que disipa la energía cinética de la lluvia. Según parcelas descubiertas con 2 % de pendiente FAO, el escurrimiento es 8 veces más y la pérdida de suelo 5 veces mayor que en parcelas con cultivos y pasturas. En el caso de las parcelas de 1 % INTA ,el escurrimiento es 5 veces mayor y la pérdida de suelo, 12 veces más en las parcelas a suelo descubierta, que en el promedio de las cultivadas y con pasturas.

### **Datos analíticos del suelo original y del sedimento.**

El sedimento del escurrimiento puede depositarse en depresiones del terreno o ser retenido por la vegetación a corta distancia de dónde proviene. Este material “ grueso” se asimila al que se deposita en los colectores de las parcelas. El resto permanece en suspensión por más tiempo y se traslada a mayor distancia, a arroyos, ríos y puede alcanzar el mar, es el material “fino”. Este último es el que se ha analizado.

### **Cuadro analítico del suelo original y del sedimento ( Niveles de nutrientes)**

<i>Tratamiento</i>	<i>M.O. %</i>	<i>C org %</i>	<i>N total %</i>	<i>P asim.ppm</i>	<i>pH</i>
Suelo original	2,8	1,9	0,15	18,1	6,2
Suelo sedimento					
Descubierto	3,2	2,09	0,22	38,8	6,2
Rot.T/S Con.	4,3	2,9	0,26	44,3	6,3
Rot. T/S S.D.	3,6	2,4	0,17	38,8	6,3
Past. Perman.	3,7	2,76	0,69	52,7	5,9
Maíz	3,9	2,55	0,19	40,6	6,5
Soja	3,55	2,52	0,19	53,6	6,0



**Datos de nitratos y textura en el sedimento de las parcelas .(sin fertilizar)**

<i>Tatratamiento</i>	<i>NO3 ppm</i>	<i>Arcilla %</i>	<i>Limo gr.%</i>	<i>Limo fin.%</i>
Suelo original	27	25,0	41,0	28,0
Suelo de sedimento				
Descubierto	366	31,6	63,0	40,8
Rot. T/S Conv.	37	36,1	35,6	59,0
Rot. T/S SD	29	36,4	35,6	56,0
Maíz	61	34,2	58,7	36,0

**Tasa de enriquecimiento del sedimento:**

La erosión hídrica tiene un proceso selectivo de extracción de fracciones finas y nutrientes del suelo, esto está dado por la tasa de enriquecimiento, T.E. Esta se calcula dividiendo, la concentración de nutrientes en los sedimentos ,por la concentración de estos, en el suelo original.

**Cuadro de enriquecimiento del sedimento obtenido de los datos de los cuadros anteriores.**

<i>Tratamientos</i>	<i>M.O. %</i>	<i>Carbono %</i>	<i>N total %</i>	<i>P asim.ppm</i>	<i>NO3 ppm</i>
Descubierto	1,14	1,1	1,46	2,14	13,55
Rot T/S Con	1,53	1,5	1,73	2,44	1,37
Rot T/S SD	1,28	1,26	1,13	2,14	1,7
Pastura	1,3	1,45	4,6	2,91	----
Maíz	1,39	1,34	1,26	2,24	2,25
Soja	1,26	1,32	1,26	2,96	-----

## **Discusión:**

Los datos brindados, son un promedio de tres años de análisis, y como los datos son muy similares en las dos clases de parcela, se han unificado. Por otro lado tenemos que, en los resultados particulares de cada análisis los valores pueden ser más altos o más bajos. De todas maneras se puede destacar que los resultados son más altos en el sedimento; que en el suelo original. Esto demuestra que el sedimento es mucho más rico en elementos químicos y nutrientes, y en material fino arcilloso-limoso.

El cuadro comparativo de la tasa de enriquecimiento T.E. los valores fluctúan desde uno a hasta 13 veces más en el caso del carbono y los nitratos respectivamente.

## **Conclusiones:**

El escurrimiento en las parcelas descubiertas, es el 25% de la lluvia medida; y la pérdida de suelo de 10,2 tn/ha año. En las parcelas cultivadas o con rastrojos disminuye notablemente, la pérdida de suelo y agua.

De acuerdo a los datos de los análisis realizados, se confirma la premisa, de que la erosión hídrica es selectiva, con respecto a nutrientes o elementos químicos del suelo. En este caso un Argiudol típico, franco limoso.

Los porcentajes de material fino arcilla y el limo siempre fueron mayores en el sedimento que en el suelo original.

La tasa de enriquecimiento T.E. del sedimento mostró también valores más altos, que en el suelo original, dependiendo específicamente del nutriente o elemento químico, considerado.

Por todo esto podemos concluir que con el escurrimiento además de la pérdida de suelo y agua, con ella se pierden nutrientes, y elementos químicos degradando el suelo y por ende disminuyendo su capacidad productiva.

## **Bibliografía:**

Do Prado Wilner L. y Da Veiga M. Erosión y la pérdida de fertilidad del suelo. Chapecó Santa Catarina Brasil 1998.-

Irurtia B. Carlos. Influencia de los procesos de erosión y degradación de suelos de suelos en los rendimientos de los cultivos en la Pampa ondulada. Instituto de Suelos. INTA Castelar. Bs. Aires 1997.

Meyer L D, Foster G R, and Romkens M J M. Source of soil eroded by water from upland slopes. Sediment Prediction Workshop Proceedings, Oxford Mississippi. 1975.

Stocking M. Pérdida de la productividad del suelo a causa de la erosión, un diseño de

investigación . Informe de trabajo N° 2 . Programa de Conservación de Suelos.FAO, Roma 1985.

Weir E. Nuestro suelo: la erosión y la productividad. Informe Técnico N° 124 Est. Exp. Agrop.  
Marcos Juárez Cba. 1996.